

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 831 950

②1 N° d'enregistrement national : 02 14028

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : F 25 B 49/04

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 08.11.02.

③0 Priorité : 08.11.01 FR 00114499.

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 09.05.03 Bulletin 03/19.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : GEA ERGE SPIRALE & SORAMAT  
Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BECQUAERT DANIEL.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : BEAU DE LOMENIE.

⑤4 DISPOSITIF ET INSTALLATION DE REGULATION DE LA TEMPERATURE D'UN FLUIDE.

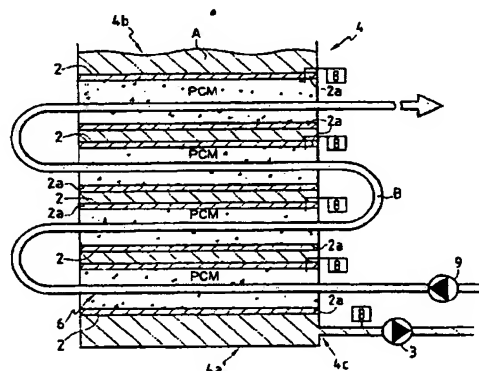
⑤7 Le dispositif de régulation de la température d'un fluide comprend :

a) une enveloppe (2) qui est en contact avec ledit fluide, qui contient de manière statique un matériau à changement de phase (PCM), et qui contient des moyens (6a) d'intensification d'échange,

b) une enceinte externe (4, 10) à ladite enveloppe (2), contenant un premier fluide (A) et,

c) un conduit interne (6) à ladite enveloppe (2), dans lequel circule un second fluide (B).

Les moyens sont déterminés en sorte d'augmenter la densité du flux de chaleur par unité de surface d'échange d'au moins 40%. Ce sont des pièces métalliques de préférence solidaires de l'une et/ou l'autre des parois de l'enveloppe (2), constituées par la face extérieure du conduit interne (6) et par la face intérieure de l'enceinte (4, 10), par exemple des ailettes disposées soit parallèlement à la direction générale de l'enveloppe soit perpendiculairement à cette direction.



FR 2 831 950 - A1



**DISPOSITIF ET INSTALLATION DE REGULATION DE LA**  
**TEMPERATURE D'UN FLUIDE.**

La présente invention concerne un dispositif de régulation de la  
5 température d'un fluide du type fonctionnant avec un matériau à  
changement de phase contenu à l'intérieur d'une enveloppe.

Dans le cadre de la présente invention, l'expression « régulation de la  
température d'un fluide » implique à la fois la possibilité de refroidir le fluide  
et celle de le réchauffer. Par souci de simplification, seul le cas du  
10 refroidissement sera abordé dans la présente demande mais il est bien évident  
que l'homme du métier est à même de choisir les différents fluides et  
matériaux et leur température respective en fonction de la tâche à remplir,  
c'est-à-dire refroidissement ou réchauffement du fluide à traiter.

Il existe deux types de dispositif statique qui utilisent, pour refroidir un  
15 fluide, l'énergie emmagasinée par un matériau à changement de phase lors  
de son changement de phase le liquide à solide.

Le premier type de dispositif comporte une pluralité de tubes dans  
lesquels circule un fluide réfrigérant et une cuve contenant un matériau à  
changement de phase, en général de l'eau. Dans une premier étape qui  
20 constitue la phase de charge du dispositif, le fluide réfrigérant en circulation  
permet la formation de manchons de glace plus ou moins irréguliers à la  
surface des tubes. Dans la seconde étape qui constitue la phase d'utilisation  
ou de décharge du dispositif, l'eau de la cuve en contact avec les manchons de  
glace et donc refroidie est utilisée soit directement soit à travers un  
25 échangeur thermique pour le refroidissement du procédé.

Le second type de dispositif dont est issu le dispositif de l'invention;  
comprend des enveloppes fermées (généralement des tubes) qui contiennent  
le matériau à changement de phase. Dans la phase de charge, on provoque  
par transfert thermique à travers l'enveloppe, le changement de phase du  
30 matériau en faisant circuler à l'extérieur des tubes un fluide dont la  
température est inférieure à la température de changement de phase du

matériau. Durant la phase de décharge, on fait circuler à l'extérieur de l'enveloppe le fluide à refroidir ou un fluide intermédiaire.

Ce type de dispositif ne peut être utilisé que de manière discontinue, c'est à dire en batterie, certains dispositifs étant en phase de charge pendant  
5 que d'autres sont en phase d'utilisation.

De plus, bien qu'il soit aisé de déterminer la quantité totale de frigories stockées, il est difficile de contrôler dans le temps, la quantité de chaleur qu'il est possible d'évacuer. Le transfert thermique étant fonction non seulement de la différence de température existant entre le matériau à changement de  
10 phase et le fluide à refroidir mais aussi du diamètre du tube contenant le matériau à changement de phase, on a pensé à équiper le dispositif de tubes de diamètres différents. Néanmoins, cette solution augmente considérablement le coût de fabrication du dispositif.

On connaît par le document GB.2.180.O49 un dispositif de régulation  
15 de la température d'un fluide du type comprenant un matériau à changement de phase, qui est une substance eutectique à bas point de fusion, contenu dans une enveloppe et qui comporte, en outre, une enceinte externe à l'enveloppe qui contient le fluide à réguler et un conduit interne à l'enveloppe dans lequel circule un fluide réfrigérant.

20 Du fait de la présence de conduit interne et de l'enceinte, il est possible d'une part de mettre facilement en œuvre l'étape de charge du dispositif par circulation du fluide réfrigérant dans ledit conduit interne, le fluide dont la température est à réguler étant dans l'enceinte ou circulant dans celle-ci. Il n'est donc plus nécessaire comme c'était le cas pour les dispositifs de l'art  
25 antérieur d'alimenter sélectivement soit l'enceinte, soit le conduit interne du fluide dont la température est à réguler pour mettre en œuvre l'étape de charge.

D'autre part, le dispositif du document GB.2.180.O49 permet également une charge en continu, du fait de la présence simultanée du fluide  
30 réfrigérant et du fluide dont la température est à réguler. Il est donc ainsi possible de réguler en continu dans le temps, en fonction du besoin, la

quantité des deux phases présentes dans l'enveloppe ce qui équivaut à réguler la quantité de frigories disponibles à tout moment .

Cependant, selon le demandeur, même s'il marque un progrès certain par rapport à l'existant, le dispositif connu par le document GB.2.180.049  
5 manque d'efficacité.

Le but visé par la présente invention est d'augmenter cette efficacité en terme d'échange thermique entre les différents fluides.

Ce but est parfaitement atteint par le dispositif de l'invention qui , de manière connue par le document GB.2.180.049 est un dispositif de régulation  
10 de la température d'un fluide , qui comprend :

- a) une enveloppe qui est en contact avec ledit fluide et qui contient de manière statique un matériau à changement de phase (PCM),
- b) une enceinte externe à ladite enveloppe , contenant un  
15 premier fluide et ,
- c) un conduit interne à ladite enveloppe , dans lequel circule un second fluide.

De manière caractéristique , l'enveloppe contient des moyens d'intensification d'échange.

20 Ces moyens d'intensification d'échange sont constamment en contact avec le matériau à changement de phase (PCM) quelle que soit la phase dans laquelle il se trouve. Ils sont aptes à accroître les échanges convectifs et conductifs entre le PCM contenu dans l'enveloppe et l'un ou l'autre des deux autres fluides, amenant ou extrayant de la chaleur lors des différentes étapes  
25 de fonctionnement du dispositif.

Ces moyens d'intensification d'échange sont des pièces métalliques , qui sont de préférence mais non exclusivement solidaires de l'une et/ou l'autre des parois de l'enveloppe, lesdites parois étant constituées par la face extérieure du conduit interne et par la face intérieure de l'enceinte.

30 Ils sont déterminés en sorte d'augmenter la densité du flux de chaleur par unité de surface d'échange d'au moins 40% éventuellement jusqu'à

300%. Grâce à cette augmentation, le dispositif est très réactif aux demandes d'énergie lors de son fonctionnement.

Certes on connaît déjà des dispositifs pour intensifier les échanges thermiques par exemple des ailettes. Cependant de tels dispositifs n'étaient, jusqu'à présent, jamais mis en œuvre au contact avec un matériau à changement de phase, considérant sans doute qu'ils ne seraient guère efficaces dans le cadre d'un fluide dont l'état varie constamment, par exemple entre liquide et solide, et de plus d'un fluide qui stagne dans une enveloppe fermée.

Bien plus, lors du fonctionnement du dispositif, le PCM est le plus souvent en état mixte, par exemple pour partie liquide et pour partie solide. Les moyens d'intensification d'échange sont définis et dimensionnés en tenant compte de cet état mixte et de la nature même du PCM. Il peut s'agir notamment :

- d'ailettes en acier, en aluminium, en cuivre ou autre métal, qui sont disposées soit parallèlement à la direction générale de l'enveloppe soit perpendiculairement à cette direction, qui sont solidarisées – complètement ou non – à au moins l'une des parois de l'enveloppe. Il est possible de disposer dans l'enveloppe deux jeux d'ailettes, chacune étant solidarisée à l'une des parois de l'enveloppe ;
- des nervures, moletages, micro-ailettes formées dans la masse des parois de l'enveloppe ;
- des pointes ou picots fixés sur l'une et/ou l'autre des parois de l'enveloppe ;
- des tissus, toiles, mousses métalliques ou toute autre structure constituée de brins métalliques.

Dans une variante de réalisation, les moyens d'intensification d'échange sont constitués par une ailette en spirale fixée sur l'une des parois de l'enveloppe.

Dans un mode précis, il s'agissait d'une ailette en spirale fixée sur la paroi cylindrique interne de l'enveloppe, avec un pas compris entre 30 et 80% du diamètre de ladite paroi cylindrique.

Par exemple pour un diamètre de 16mm , le pas de l'ailette spirale était compris entre 5 et 12mm.

Le fluide dont la température est à réguler peut circuler soit dans l'enceinte soit dans le conduit interne, le fluide réfrigérant étant lui de  
5 préférence en circulation afin d'assurer le changement de phase du matériau contenu dans l'enveloppe. Le fluide dont la température est à réguler et le fluide réfrigérant peuvent être tous deux en circulation.

Selon une variante de réalisation, l'enceinte est une calandre entourant ladite enveloppe ce qui permet de limiter l'espace occupé par le dispositif de  
10 l'invention et de former des modules assemblables.

Selon une autre variante de réalisation, l'enceinte est du type cuve.

Le type de matériau à changement de phase n'est pas limité. Il peut s'agir notamment d'un matériau à changement de phase liquide-solide.

Selon un mode particulier de réalisation, le dispositif de l'invention  
15 comporte en outre des moyens de mesure de la quantité d'au moins une des phases présentes dans l'enveloppe.

Selon une variante, l'enveloppe contenant outre le matériau à changement de phase un volume déterminé de gaz, les moyens de mesure de la quantité d'au moins une des phases comprennent des moyens de mesure de  
20 la variation de la pression de ce gaz dans l'enveloppe.

Selon une autre variante, les moyens de mesure de la quantité d'au moins une des phases contenues dans l'enveloppe comprennent des moyens de mesure du changement de volume du matériau à changement de phase.

La présente invention concerne également une installation de  
25 régulation de la température d'un fluide à traiter comprenant :

- un évaporateur de groupe frigorifique dans lequel circule un premier fluide ; et
- un échangeur thermique relié au groupe frigorifique et qui permet l'échange thermique entre ledit premier fluide et un fluide à traiter.

30 De manière caractéristique selon l'invention, cette installation comprend le dispositif de l'invention précité, disposé entre le groupe frigorifique et l'échangeur thermique en sorte de permettre la circulation

d'au moins une fraction du premier fluide à l'intérieur du conduit interne de l'enveloppe et/ou dans l'enceinte

L'installation peut également comprendre des moyens permettant la circulation sélective d'au moins une fraction du premier fluide dans le dispositif de l'invention ou dans le groupe frigorifique.

La présente invention, ses caractéristiques et les différents avantages qu'elle procure apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit et fait référence aux dessins annexés représentant deux modes particuliers de réalisation, présentés à titre d'exemples non limitatifs et sur lequel :

- 10 - la figure 1 représente une vue en coupe longitudinale d'un premier mode de réalisation du dispositif de l'invention ;
- la figure 2 représente une vue en perspective d'un second mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 représente une vue en coupe transversale d'une enveloppe
- 15 équipant le second mode de réalisation de l'invention, représenté sur la figure 2 ; et
- la figure 4 représente un exemple d'installation mettant en œuvre le dispositif de l'invention.

Un premier mode de réalisation est décrit en référence à la figure 1. Le dispositif 1 comporte, vu en coupe longitudinale, des enveloppes 2 qui contiennent un matériau à changement de phase noté PCM.

Dans le mode de réalisation particulier représenté, les enveloppes 2 ont une forme sensiblement cylindrique. Les enveloppes 2 précitées sont contenues dans un bac 4 dans lequel est introduit un fluide A. Les enveloppes 25 2 sont disposées en sorte d'optimiser leur surface de contact avec le fluide A. Dans le cas présent, les enveloppes 2 sont disposées suivant un pas triangulaire ou carré.

Chaque enveloppe 2 est traversée par un tube interne 6 permettant la circulation d'un fluide B. Dans le mode de réalisation représenté, un seul tube 30 6 traverse successivement chacune des enveloppes 2. Le tube 6 est disposé en sorte de coïncider sensiblement avec l'axe longitudinal de chacune des

enveloppes 2. Cependant , le dispositif de l'invention peut comprendre une pluralité de tube 6, chacun ne traversant qu'une seule enveloppe 2.

Le fluide A est mis en circulation de haut en bas par rapport au fond 4a du bac 4. Le sens de circulation du fluide A et du fluide B ne sont pas limitatif  
5 de l'invention. Il est même possible d'envisager la régulation de la température d'un fluide statique simplement contenu dans la cuve 4.

Les enveloppes 2 comportent à leur surface interne des ailettes longitudinales 2a qui s'étendent radialement au niveau des zones où le tube 6 traverse les enveloppes 2. Ces ailettes permettent d'intensifier l'échange entre  
10 le matériau à changement de phase PCM et le fluide A, ce qui améliore l'efficacité du transfert thermique entre le fluide A et le matériau PCM. Il s'agit en l'occurrence de huit ailettes , régulièrement réparties sur la surface cylindrique interne de la paroi de l'enveloppe qui est en contact avec le fluide A contenu dans l'enceinte 4.

15 Un fonctionnement particulier (utilisation pour le refroidissement du fluide A au moyen d'un matériau à changement de phase passant de l'état solide à l'état liquide) du premier mode de réalisation va être décrit.

On suppose qu'à l'instant initial tout le matériau PCM se trouve sous sa forme solide. Le fluide A est introduit dans le bac 4. Le transfert thermique  
20 existant entre le PCM contenu dans les enveloppes 2 et le fluide A à traiter entraîne d'une part l'abaissement de la température du fluide A et d'autre part, le passage de l'état solide à l'état liquide d'une fraction du matériau PCM. Le fluide A est mis en circulation à travers la cuve 4 via des moyens de mise en circulation qui peuvent être par exemple une pompe 3. Le fluide A  
25 pénètre donc dans la cuve 4 par une entrée 4b et en sort par la sortie 4c située dans le fond 4a de la cuve 4. La vitesse d'écoulement et donc le temps de séjour du fluide A dans le bac 4 étant fixé par les moyens de mise en circulation 3 précités, on contrôle à la fois la température du fluide A en sortie de la cuve 4 et la quantité de phase solide du matériau PCM contenu les  
30 enveloppes 2. Le contrôle de la température en sortie du fluide A est mis en œuvre via des moyens de mesure de la température 5.



La détection de la quantité de phase solide du matériau PCM contenue dans les enveloppes 2 est mise en oeuvre par des moyens de mesure de la quantité d'au moins une phase 8 dont un exemple de réalisation sera plus amplement détaillé en référence à la figure 3.

5 Lorsque la quantité de phase solide contenue dans les enveloppes 2 devient insuffisante pour assurer une baisse suffisante de la température du fluide A ou le besoin énergétique du cycle du procédé, on met en circulation dans le tube 6 grâce par exemple à une pompe 9 un fluide B qui est dans le cas présent un fluide réfrigérant. La circulation du fluide B provoque, par  
10 transfert thermique, le changement de phase de la portion liquéfiée du matériau PCM contenu dans l'enveloppe 2. Le second fluide B doit bien sûr être à une température inférieure à la température de changement de phase du matériau PCM.

En référence aux figures 2 et 3, un second mode de réalisation du  
15 dispositif de la présente invention va être décrit ci-après. Les éléments en commun avec le premier mode de réalisation sont référencés à l'identique. Dans ce second mode de réalisation, le bac 4 est remplacé par une série de tubes 10 qui sont reliés entre eux. Comme dans le premier mode de réalisation, les enveloppes 2 sont cylindriques et disposées selon des couches  
20 d'enveloppes adjacentes. Chaque enveloppe 2 est entourée d'un tube 10 qui lui est coaxial. Sur une même couche, les quatre tubes 10 sont alimentés, dans l'exemple particulier représenté, en parallèle, au moyen d'un collecteur 10a, les tubes 6 étant eux aussi alimentés en parallèle au moyen d'un collecteur 7. Chaque tube 10 et chaque tube 6 est également raccordé respectivement au  
25 tube 10 et au tube 6 de la couche adjacente qui lui est superposé.

L'ensemble formé par les enveloppes 2 et les tubes 10 est disposé sur un châssis 9. Chaque ensemble formé d'une enveloppe 2 et d'un tube 10 est équipé d'un support 9a qui permet de le poser de manière stable sur le châssis 9. L'ensemble du dispositif de l'invention peut être calorifugé.

30 La face externe des tubes 6 est munie d'ailettes 6a disposées en spirale en sorte d'intensifier l'échange thermique entre le matériau PCM et le fluide B circulant dans les tubes 6. Les ailettes 6a et 2a précitées peuvent être des fils

ou feuillards de forme et d'épaisseur diverses fixées aux éléments concernés par sertissage ou tout autre méthode connue (soudure, brasure, étamage, galvanisation etc.) ou extrudées dans la masse.

En référence à la figure 3, un exemple de réalisation de moyens de  
5 mesure 8 de la quantité de phase solide du matériau PCM contenu dans l'enveloppe va maintenant être décrit.

Dans ce mode de réalisation particulier, chaque enveloppe 2 contient, outre le matériau PCM, un volume déterminé de gaz G. Lorsque le tube est dans une position donnée, le volume de gaz forme une poche de gaz. Des  
10 moyens de mesure 8a de la variation de la pression de ce gaz G contenu dans la poche précitée permettent de déterminer la quantité de phase solide contenue dans l'enveloppe 2. En effet, lorsque le matériau PCM passe de l'état liquide (indiqué par PCMI) à l'état solide (référéncé par PCMs), il s'en suit une augmentation du volume du matériau PCM qui se traduit par une  
15 augmentation de la pression du gaz G.

Il est également possible, selon un mode de réalisation non représenté de prévoir un vase d'expansion relié à une ou à l'ensemble des enveloppes 2. Dans ce cas les enveloppes 2 contiennent le PCM plus un liquide neutre qui reste liquide à la température minimale de fonctionnement ; l'augmentation  
20 du volume du PCM lors du changement de phase est alors déterminée par mesure de niveau du liquide neutre contenu dans un vase d'expansion.

Un mode particulier de fonctionnement du second mode de réalisation du dispositif de l'invention va maintenant être décrit. Ce mode particulier correspond au refroidissement du fluide B qui circule dans les tubes 6.

25 Le fluide B circulant dans les tubes 6 (via une pompe non représentée) transmet des calories au matériau PCM contenu dans chacune des enveloppes 2. Il en résulte un changement d'état d'une fraction du matériau PCM qui passe de l'état solide à l'état liquide. Le changement d'état solide liquide se produit du tube 6 vers l'enveloppe 2. Simultanément, le fluide A circulant  
30 dans l'intervalle du tube 10 et de l'enveloppe 2 (via une pompe non représentée) et dont la température est inférieure à la température de changement de phase du matériau PCM permet de compenser de manière

dynamique cet apport d'énergie en refroidissant le matériau PCM en sorte de provoquer sa solidification. Le transfert thermique se fait dans ce cas depuis l'extérieur de l'enveloppe 2 vers le tube 6, à travers la couche de matériau PCM solide qui, en général, présente une meilleure conductivité thermique que le matériau PCM sous forme liquide. Il y a donc, comme dans le fonctionnement du premier mode de réalisation, formation de phase solide pendant l'utilisation du dispositif. Le dispositif de l'invention peut donc fonctionner en continu. Il peut également fonctionner selon des cycles charge-décharge si par exemple le fluide réfrigérant A provient d'un autre procédé est n'est pas disponible en continu ou lorsque le fluide B n'est pas à traiter en continu.

La présence des moyens de mesure de la température de sortie 5 du fluide B et/ou des moyens de mesure 8 de la quantité d'au moins une phase en présence dans les enveloppes permet de régler de manière automatique la circulation du fluide A en fonction d'une consigne donnée qui sera comparée à la température effective du fluide B en sortie du dispositif. Les moyens de mesure de la température 5 en sortie du dispositif mesurent la température du fluide B et la comparent avec une température de consigne. Dans le même temps, les moyens de mesure 8 de la quantité d'au moins une phase dans l'enveloppe 2 évaluent la quantité, par exemple de la phase solide du matériau PCM présente dans chacune des enveloppes 2 et donc la quantité de frigories disponibles. La vanne d'admission (non représentée) 3b du fluide A est asservie aux moyens de mesure 5 de la température en sortie du fluide B et aux moyens de mesure 8 de la quantité de phase solide de PCM. Il s'en suit que la circulation de fluide A est régulée en fonction des deux paramètres précédents en sorte d'obtenir une température de sortie du fluide B conforme à la consigne. Le même raisonnement peut être appliqué au niveau de température du fluide A pour réguler la température de sortie du fluide B.

A titre purement indicatif, le diamètre des tubes 6 peut varier de 8 à 50 mm, le diamètre des tubes 10 peut varier de 25 à 200 mm et le diamètre des enveloppes cylindriques 2 peut varier de 20 à 180 mm.

Les matériaux PCM utilisés peuvent être de tous types. Ils peuvent par exemple présenter une température de changement d'état comprise entre -40°C et +60°C.

De même, il est possible selon l'invention d'adapter les fluides A et le  
5 matériau PCM en sorte de permettre l'élévation de température du fluide B.

Dans un mode précis de réalisation, où on recherchait avant tout l'intensification des échanges entre le fluide B et le PCM, les tubes 6, en acier, avaient un diamètre extérieur de 16mm, les tubes 10, en acier, avaient un diamètre intérieur de 72mm, et les moyens d'intensification d'échange  
10 étaient constitués par une ailette 6a en spirale, rapportée sur la face externe de chaque tube 6 par galvanisation ou étamage, avec un pas compris entre 5 et 12mm. Cette ailette était en feuillard d'acier de 0,3 mm d'épaisseur. Avec un PCM dont la température de changement d'état se situait entre 0 et -  
12°C, notamment une substance eutectique formée d'un mélange de sels  
15 minéraux, d'eau, d'un agent de nucléation et d'un stabilisateur, la densité de flux de chaleur obtenue a été augmentée en moyenne de 200% par rapport à celle d'un tube 6 lisse, non équipée d'ailette.

En référence à la figure 4, un exemple d'installation comprenant le dispositif de l'invention va maintenant être décrit.

20 Cette installation comprend un évaporateur E, un échangeur thermique PE qui peut être par exemple un échangeur à plaques, une vanne trois voies V, le dispositif de l'invention 1 et un système de contrôle M (par exemple un automate) avec ses capteurs. L'évaporateur E, qui refroidit le fluide réfrigérant A, est relié en boucle au dispositif de l'invention 1 (au niveau de  
25 l'intervalle situé entre les tubes 10 et les enveloppes 2 par exemple) et à l'échangeur PE; le dispositif de l'invention 1 (au niveau des tubes 6) et l'échangeur PE sont reliés en série en référence au fluide B à refroidir. La vanne V permet d'envoyer une fraction du débit de fluide provenant de l'évaporateur E vers le dispositif de l'invention ou vers l'échangeur PE. Une  
30 pompe P assure la mise en circulation du fluide A dans l'installation. Une pompe non représentée assure la circulation du fluide B à refroidir. Par ailleurs, au moins une fraction du débit de fluide sortant de l'évaporateur

peut être déviée vers le dispositif de l'invention 1 au niveau des tubes 10 en sorte de provoquer la solidification du matériau PCM contenu dans le dispositif 1 de l'invention. Le système de contrôle recueille des informations suivantes : la température du fluide B refroidi en sortie du dispositif de l'invention via des moyens de mesure de la température 5, la quantité de glace donc d'énergie en stock via des moyens de mesure 8 de la quantité de phase solide et la température finale du fluide B via des moyens 5' de mesure de la température. Il commande également la vanne 3 voies V, la puissance fournie par le groupe de froid, la température du fluide A délivré par le groupe de froid, et le débit (tout ou rien) du fluide A provenant de la pompe P.

Un mode de fonctionnement de cette installation va maintenant être décrit.

En mode charge d'énergie, tout le fluide A, refroidit par l'évaporateur est véhiculé par la pompe P jusque dans le dispositif de l'invention 1 où il provoque la solidification du PCM. En utilisation, les fonctionnements possibles sont les suivants :

- L'évaporateur est arrêté ou mis hors circuit, la pompe P qui véhicule le fluide A est arrêtée et le fluide B se refroidit dans le dispositif 1 en provoquant la liquéfaction du PCM
- Dans le but de ménager le stock d'énergie, l'évaporateur et la pompe P sont mis en fonctionnement ; tout le débit du fluide A circule entre l'évaporateur E et le dispositif 1. Le système de contrôle M détermine la puissance à fournir pour atteindre la température de sortie du fluide B désirée ; ce fonctionnement permet un stockage dynamique de la quantité d'énergie dans le dispositif 1.
- Si le dispositif 1 ne parvient pas à refroidir suffisamment le fluide B, le système de contrôle M provoque alors l'ouverture de la vanne V et l'envoi d'une partie du débit du fluide A vers l'échangeur à plaque PE ; le fluide B déjà refroidi dans 1 est refroidi de nouveau plus finement dans PE.

La présence du dispositif de l'invention permet d'une part d'augmenter la capacité frigorifique de l'installation et d'autre part de faire fonctionner l'évaporateur en continu, la demande en frigories n'étant en général pas constante au cours du temps, le dispositif de l'invention permet de pallier aux  
5 à-coups de demande ce qui diminue l'usure provenant d'un fonctionnement en régime discontinu.

Il est également possible d'envisager d'évaporer directement tout ou partie du fluide frigorigène dans le dispositif de l'invention 1 en lieu et place du circuit du fluide A.

10 La présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus à titre d'exemples non exhaustifs . Les moyens d'intensification d'échange peuvent prendre d'autres formes. Par exemple s'agissant d'ailettes, il peut y avoir deux jeux d'ailettes , un jeu fixé sur chacune des deux parois de l'enveloppe contenant le PCM , ce qui permet d'intensifier l'échange entre le  
15 PCM et les deux autres fluides.

Il peut aussi s'agir de nervures , moletages ou micro-ailettes formés directement dans la masse de l'une et/ou l'autre des parois de l'enveloppe, éventuellement par extrusion.

Il peut aussi s'agir de pointes (studs) ou picots fixés sur l'une et/ou  
20 l'autre des parois de l'enveloppe.

Il peut aussi s'agir d'un élément introduit dans l'espace intérieur de l'enveloppe , par exemple une structure en fils métalliques , notamment tissus, toiles, mousses métalliques ou toute autre structure constituée de brins métalliques. Grâce à ces moyens d'intensification d'échange il est possible  
25 d'augmenter considérablement la densité du flux de chaleur par unité de surface (de 40 à 300%) et d'obtenir ainsi un dispositif ou une installation particulièrement réactive aux demandes d'énergie.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de régulation de la température d'un fluide, qui comprend :

- 5 a) une enveloppe (2) qui est en contact avec ledit fluide et qui contient de manière statique un matériau à changement de phase (PCM),
- b) une enceinte externe (4,10) à ladite enveloppe (2), contenant un premier fluide (A) et ,
- 10 c) un conduit interne (6) à ladite enveloppe (2), dans lequel circule un second fluide (B)

caractérisé en ce que l'enveloppe contient des moyens (6a) d'intensification d'échange.

2. Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce que les moyens d'intensification d'échange sont des pièces métalliques qui sont de préférence  
15 solidaires de l'une et/ou l'autre des parois de l'enveloppe (2), lesdites parois étant constituées par la face extérieure du conduit interne (6) et par la face intérieure de l'enceinte (4,10).

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que les moyens sont déterminés en sorte d'augmenter la densité du flux de chaleur  
20 par unité de surface d'échange d'au moins 40%.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que les moyens d'intensification d'échange sont des ailettes en acier , en aluminium, en cuivre ou autre métal , disposées soit parallèlement à la direction générale de l'enveloppe soit perpendiculairement à cette direction, et qui sont  
25 solidarisées – complètement ou non – à au moins l'une des parois de l'enveloppe.

5. Dispositif selon la revendication 4 caractérisé en ce que les moyens d'intensification d'échange consistent en deux jeux d'ailettes , chacun étant solidarisé à l'une des parois de l'enveloppe.

30 6. Dispositif selon les revendications 1 à 3 caractérisé en ce que les moyens d'intensification d'échange sont des nervures , moletages , micro-ailettes formées dans la masse des parois de l'enveloppe.

7.Dispositif selon les revendications 1 à 3 caractérisé en ce que les moyens d'intensification d'échange sont des pointes ou picots fixés sur l'une et/ou l'autre des parois de l'enveloppe.

5 8.Dispositif selon les revendications 1 à 3 caractérisé en ce que les moyens d'intensification d'échange sont des tissus , toiles , mousses métalliques ou toute autre structure constituée de brins métalliques disposés dans l'espace intérieur de l'enveloppe.

10 9.Dispositif selon les revendications 1 à 3 caractérisé en ce que les moyens d'intensification d'échange sont constitués par une ailette en spirale fixée sur l'une des parois de l'enveloppe.

10.Dispositif selon la revendication 9 caractérisé en ce que l'ailette en spirale est fixée sur la paroi cylindrique interne de l'enveloppe , avec un pas compris entre 30 et 80% du diamètre de ladite paroi cylindrique.

15 11.Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure de la quantité d'au moins une des phases du PCM présentes dans l'enveloppe.

20 12.Dispositif selon la revendication 11 caractérisé en ce que l'enveloppe contenant outre le matériau à changement de phase un volume déterminé de gaz, les moyens de mesure de la quantité d'au moins une des phases comprennent des moyens de mesure de la variation de la pression de ce gaz dans l'enveloppe.

25 13.Dispositif selon la revendication 11 caractérisé en ce que les moyens de mesure de la quantité d'au moins une des phases contenues dans l'enveloppe comprennent des moyens de mesure du changement de volume du matériau à changement de phase.

14.Installation de régulation de la température d'un fluide à traiter comprenant :

- un évaporateur de groupe frigorifique dans lequel circule un premier fluide ; et
- 30 - un échangeur thermique relié au groupe frigorifique et qui permet l'échange thermique entre ledit premier fluide et un fluide à traiter,



caractérisée en ce qu'elle comprend le dispositif selon l'une des revendications 1 à 13 disposé entre le groupe frigorifique et l'échangeur thermique en sorte de permettre la circulation d'au moins une fraction du premier fluide à l'intérieur du conduit interne de l'enveloppe et/ou dans l'enceinte.

- 5 15. Installation selon la revendication 14 caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens permettant la circulation sélective d'au moins une fraction du premier fluide dans le dispositif selon l'une des revendications 1 à 13 ou dans le groupe frigorifique.

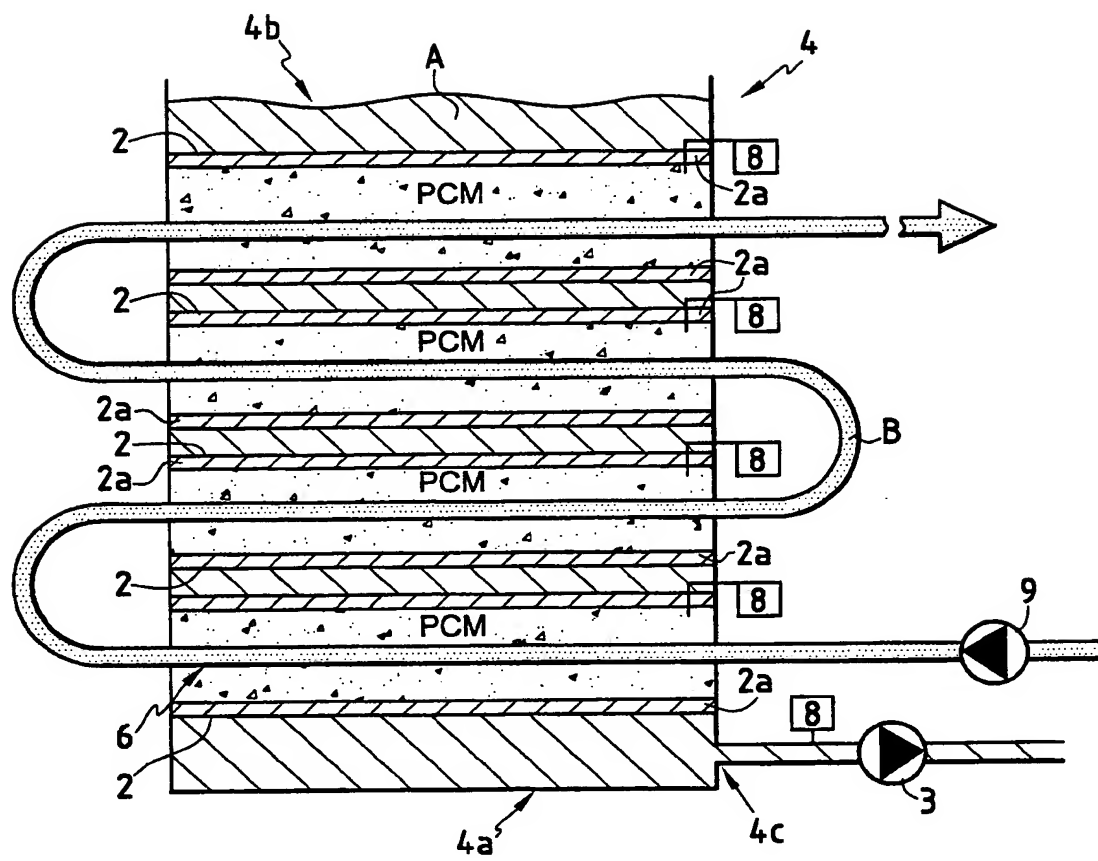


FIG.1

2/3

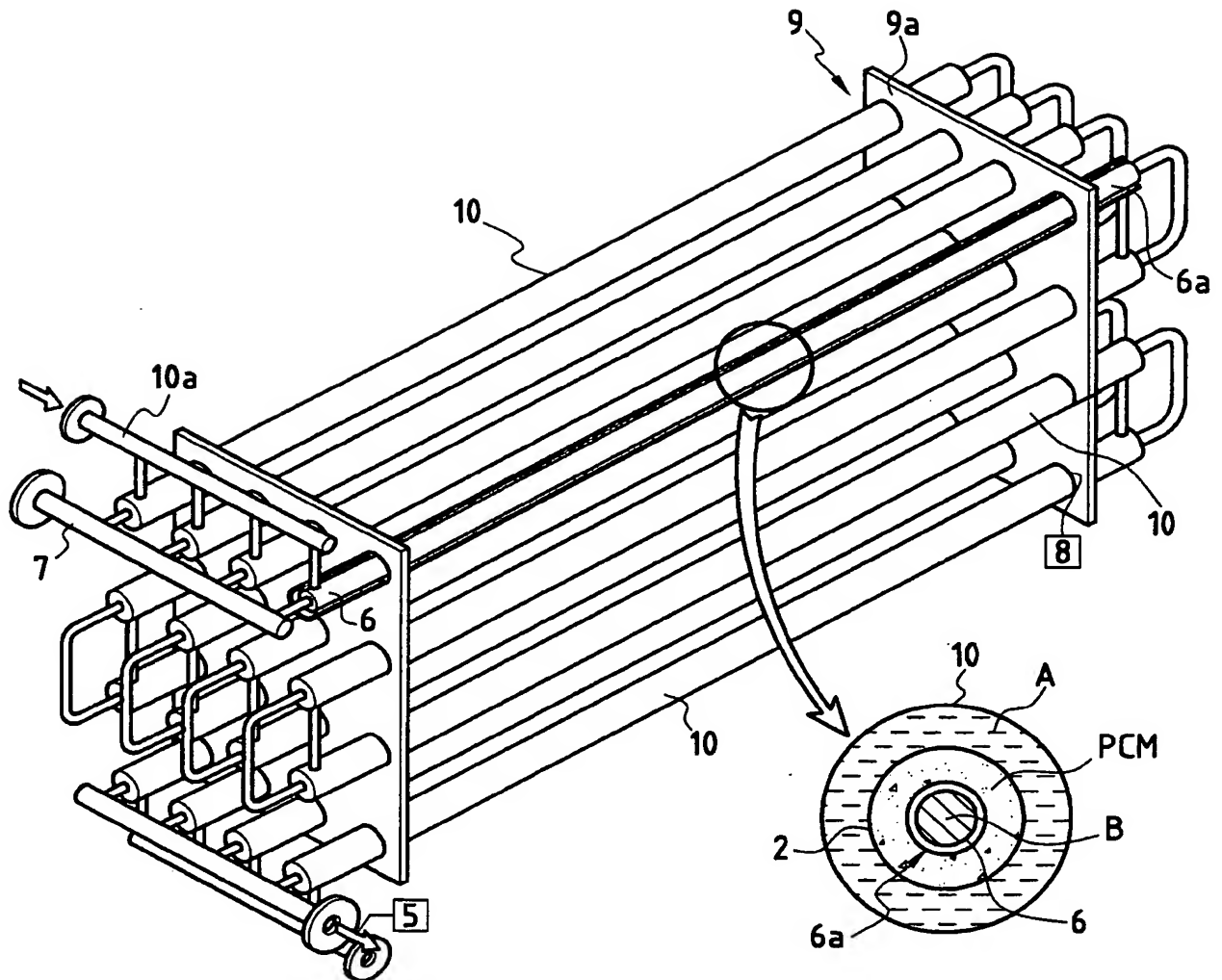


FIG. 2

3/3

